

**УДК 669: 621.983**

**к.т.н. Митичкина Н.Г.,  
Бут А.Ю.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ЦЕЛЬНОШТАМПОВАННЫХ ТРОЙНИКОВ ЗА ОДИН  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ЗАГОТОВОВОК СО СКОШЕННЫМИ КРОМКАМИ**

*Наведені результати експериментальних досліджень процесу отримання цільноштампованих трійників за один технологічний переход шляхом суміщення у ньому операції формування відводу, пробивання його дна та відбортовування пробитого контуру з використанням заготовок зі скошеними кромками.*

**Ключові слова:** трійник, відвід, формозміна, пробиття, відбортовування, штамп, еластичне середовище, скошені кромки.

*Приведены результаты экспериментальных исследований процесса получения цельноштампованных тройников за один технологический переход путем совмещения в нем операций формирования отвода, пробивки его дна и отбортовки пробитого контура, с использованием заготовок со скошенными кромками.*

**Ключевые слова:** тройник, отвод, формоизменение, пробивка, отбортовка, штамп, эластичная среда, скошенные кромки.

Цельноштамповые тройники трубопроводных систем находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, в частности в судостроении, самолётостроении, нефтегазовой и химической промышленности. Для их получения применяются две основные схемы. Первая включает пробивку отверстия в стенке трубной заготовки и его отбортовку; вторая, более распространённая, предусматривает формирование цилиндрического отвода на стенке трубы с последующей отрезкой его дна [1-2]. Недостатками обеих схем являются низкая производительность и высокая трудоёмкость, так как получение готового тройника происходит за два или более технологических перехода.

На кафедре ОМД и М Донбасского государственного технического университета ведется работа по совершенствованию способов и

устройств изготовления элементов трубопроводных систем. В рамках этой работы были разработаны новый способ изготовления тройников, который позволяет получать готовый тройник за один технологический переход, и устройство для его осуществления [2]. Предложенный способ совмещает операции формирования отвода на стенке трубной заготовки, пробивки его дна специальным пробивным элементом и отбортовки полученного отверстия эластичной средой. В результате за один ход пресса получается готовый тройник.

В ходе проведения экспериментов проявилась закономерность, отмеченная ранее, другими авторами [1]: выяснилось, что сторона трубы противолежащая отводу утолщается, а патрубок по образующей утоняется. Последнее обстоятельство ограничивает высоту получаемого патрубка, что особенно важно, так как далее происходит пробивка в нем отверстия и его отбортовка.

Применение заготовок со скошенными кромками при изготовлении цельноштампованных тройников является одним из способов увеличения длины образующей патрубка, а также снижения разнотолщинности получаемых деталей [1].

В работе [3] была исследована возможность увеличения высоты отвода тройника за счет применения заготовки со скошенными кромками в условиях однопереходной штамповки тройников по способу, описанному в [2] и предложен способ получения тройника в штампе за один ход пресса с применением заготовки со скошенными кромками.

Целью данной работы является определение влияния формы кромок трубной заготовки на протекание процесса однопереходной штамповки тройников по вышеуказанному способу.

С целью исследования указанной проблемы была проведена серия экспериментов.

Заготовки нужных размеров вырезались из предварительно отрезанных на токарном станке и отожженных алюминиевых трубок  $\varnothing 20 \times 1,0$  мм разной начальной длины ручным способом при помощи ножниц по металлу. Для точного вырезания скосов на торцах заготовок использовались специальные шаблоны нужных размеров, изготовленные из картона. Шаблон накладывался на трубную заготовку – оборачивался вокруг неё, по нему на поверхности заготовки маркером наносилась линия выреза для скосов. Схема построения шаблона приведена на рисунке 1.

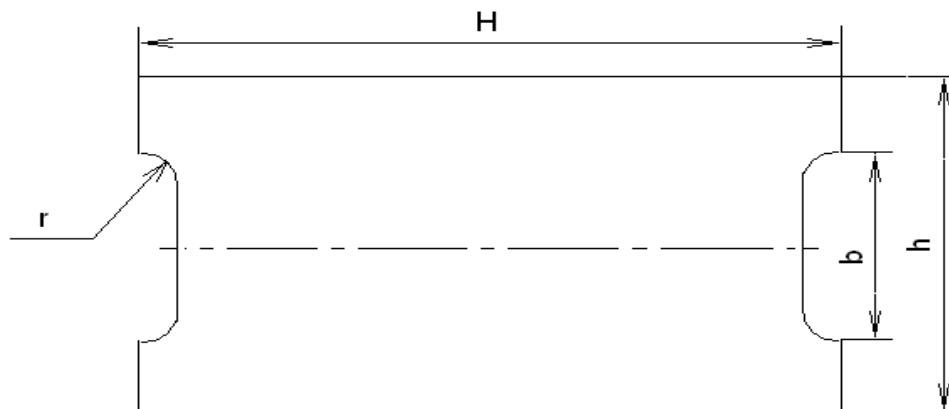


Рисунок 1 – Схема построения шаблона  
для заготовок со скошенными кромками

На рисунке 2 представлена фотография заготовки, вырезанной таким способом, длиной 50 мм.



Рисунок 2 – фотография заготовки длиной 50 мм

Полученные таким образом заготовки характеризуются двумя основными параметрами:

- радиус скоса кромки –  $r$ , мм;
- начало скоса –  $n$ , то есть его положение относительно срединной линии заготовки. Эти соображения иллюстрирует рисунок 3.

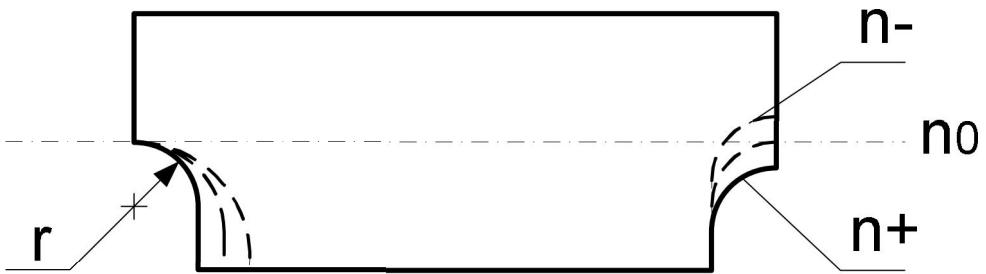


Рисунок 3 – Схема заготовки со скошенными кромками

По схеме символом  $n^+$  было принято обозначать отклонения начала скоса ниже срединной линии заготовки, что приводит к увеличению полезного объёма скошенной кромки, и, таким образом, к увеличению объёма металла, в процессе деформации подаваемого в отвод; а символом  $n^-$  соответственно отклонение начала скоса выше срединной линии заготовки вследствие чего полезный объём скошенной кромки уменьшается. При совпадении начала скоса со срединной линией заготовки использовалось обозначение  $n_0$ .

Конструкция формующего пuhanсона была наборной: пuhanсон состоял из цельных на торцах и пустотелых в центральной части полиуретановых плашек, которыми заполнялась трубка – заготовка. В некотором приближении можно считать, что данная конструкция во время деформирования ведёт себя как и сплошная среда. Диаметры отверстий в плашках подбирались путём теоретических расчётов для поддержания необходимого внутреннего давления эластичной среды в ходе процесса. Схема использованного наборного пuhanсона приведена на рисунке 4.

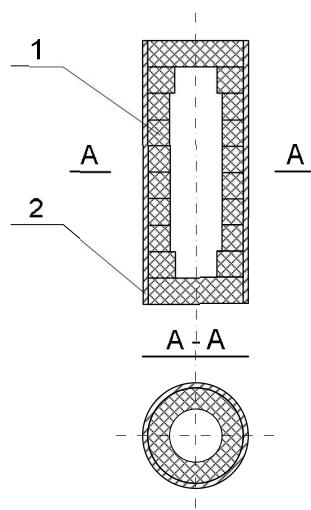


Рисунок 4 – Общая схема использованного наборного пuhanсона

Таким образом, в результате экспериментов было установлено следующее.

Использование заготовок со скошенными кромками предложенной конструкции позволяет увеличить достижимую рабочую высоту отвода в среднем на 14 %. При этом максимальная рабочая высота отводов увеличилась с 7,1 до 8,2 мм. На рисунке 5 приведены две детали, полученные при прочих равных условиях предлагаемым методом однопереходной штамповки: слева – деталь, полученная из заготовки с обычными ровными кромками, справа – деталь, полученная из заготовки со скошенными кромками.

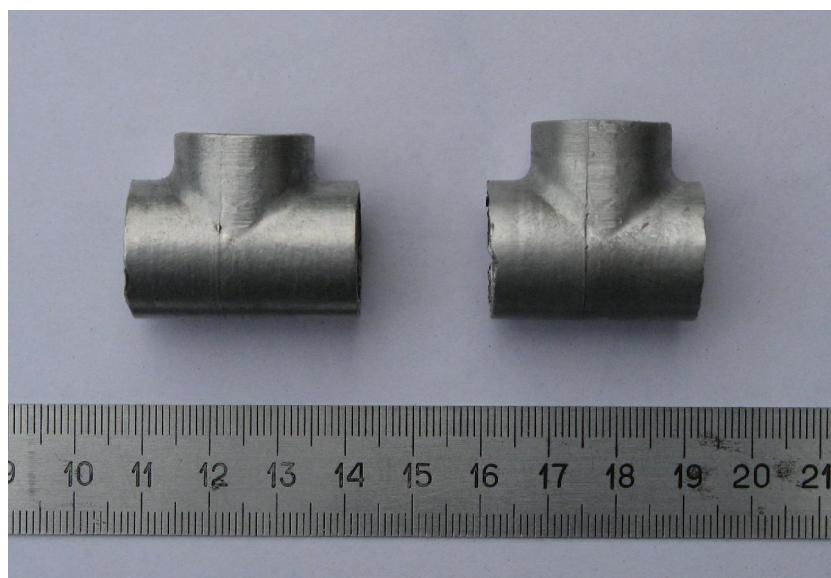


Рисунок 5 – Детали, полученные предлагаемым методом однопереходной штамповки из разных типов заготовок: слева – заготовка с ровными кромками, справа – заготовка со скошенными кромками при прочих равных условиях

Следующей особенностью использования заготовок со скошенными кромками является уменьшение разнотолщины готовой детали. При этом основная часть металла для формообразования отвода подаётся в очаг деформации из зоны скошенных кромок, поэтому осадка рабочей части магистрали тройника получается незначительной и, как следствие, незначительным является утолщение магистрали, особенно напротив отвода.

На рисунке 6 приведена схема готового тройника с обозначением контрольных точек, в которых производились замеры толщины его стенок.

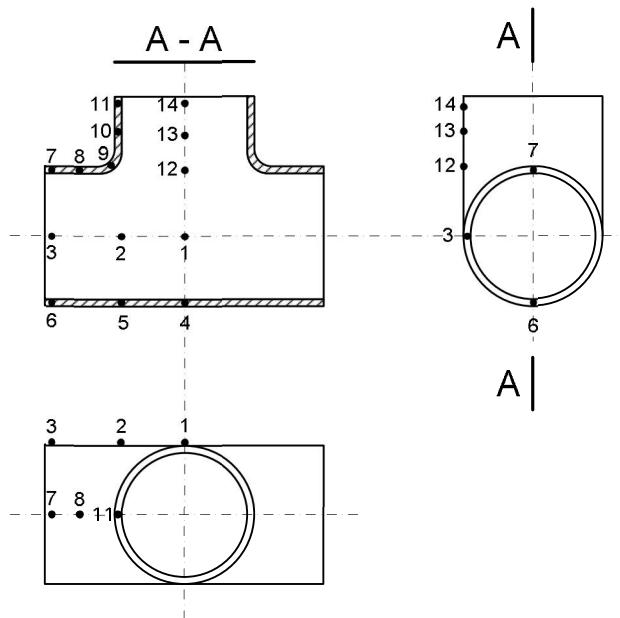


Рисунок 6 – Схема тройника с обозначением контрольных точек

В таблице 1 приведены результаты расчётов относительной деформации изменения толщины стенки детали по формуле:

$$\varepsilon_s = \frac{s_1 - s_0}{s_0} \times 100\% . \quad (1)$$

Данные получены для случая использования заготовок с параметрами скосов:  $r = 6$  мм,  $n_0$ .

Таблица 1 – Результаты расчётов относительной деформации изменения толщины стенки детали

Точки	Ровные кромки, $S_1$	$\varepsilon_s, \%$	Скошенные кромки, $S_1$	$\varepsilon_s, \%$	$S_0, \text{мм}$
1	1,23	23	1,18	18	1
2	1,37	37	1,37	37	1
3	1,46	46	1,35	35	1
4	1,54	54	1,22	22	1
5	1,58	58	1,25	25	1
6	1,61	61	1,38	38	1
7	1,33	33	1,3	30	1
8	1,28	28	1,29	29	1
9	1,25	25	1,28	28	1
10	0,98	-2	0,99	-1	1
11	0,95	-5	0,96	-4	1
12	1,04	4	1,07	7	1
13	0,99	-1	0,99	-1	1
14	0,92	-8	0,93	-7	1

На рисунке 7 представлен график, построенный по данным таблицы 1. Он иллюстрирует уменьшение относительной деформации стенки заготовки в случае применения заготовок со скошенными кромками.

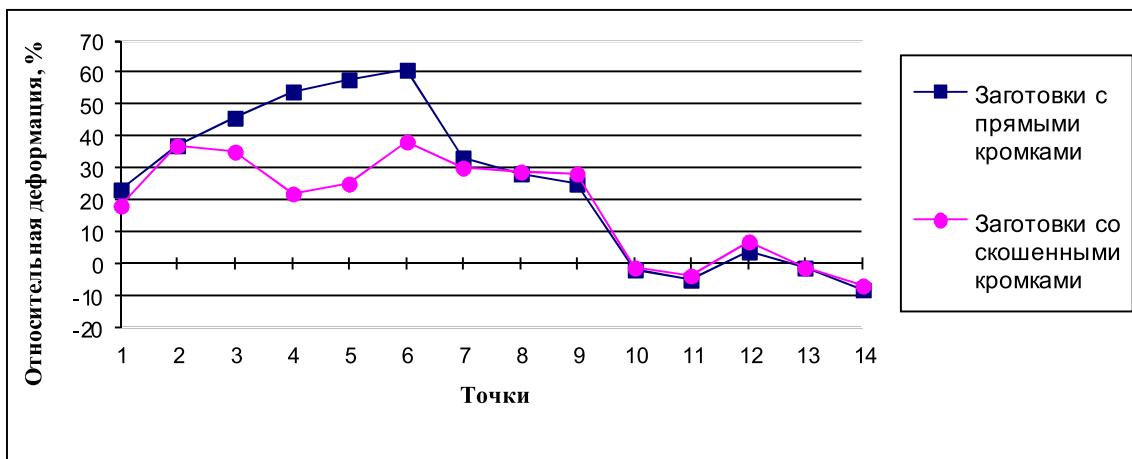


Рисунок 7 – График изменения относительной деформации толщины  $\varepsilon_s$

Таким образом, по результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. В торцевых частях заготовки внутреннее давление эластичного наполнителя должно быть изначально большим, чем в центральной её части.

2. При прочих равных условиях использование заготовок со скошенными кромками позволяет повысить достижимую рабочую высоту отвода в среднем на 14 %.

3. При использовании заготовок со скошенными кромками снижается разнотолщинность готовых изделий.

### Библиографический список

1. Эрбейгель С.А. Исследование, разработка и внедрение процессов формообразования унифицированных элементов трубопроводных систем летательных аппаратов эластичной средой на универсальных гидропрессах: дис. ... кандидата технических наук: 1986/ Эрбейгель Семен Аронович. - Харьков, 1986. - 187 с.

2. Митичкина Н.Г. Совершенствование процесса формообразования элементов трубопроводов / Н.Г. Митичкина, А.Ю. Бут // Сборник научных трудов ДонГТУ. – Алчевск 2010. – вып. № 30. – С. 194 – 201.

3. Михайлова Т.Н Совершенствование процесса формообразования цельноштампованных тройников эластичной средой / Т.Н. Михайлова, Н.Г. Митичкина, А.Ю. Бут // Сборник научных работ студентов ДонГТУ. – Алчевск, 2010. - вып. № 3. - С. 31 – 36.

**Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Луценко В.А**